

RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

mgr inż. Macieja Jańca

pt.:

*„Badanie charakterystyk użytkowych procesu cięcia gazy chirurgicznej
za pomocą bębnowego zespołu tnącego”*

Recenzję opracowałem na podstawie zlecenia Przewodniczącego Rady Naukowej dyscypliny Inżynieria Mechaniczna, prof. dr hab. inż. Dariusza Borońskiego - pismo nr 1/RNCS.520.3.2023 z dnia 4 grudnia 2023 roku

Przedstawiona do oceny rozprawa doktorska liczy 211 stron, składa się z dziesięciu rozdziałów merytorycznych w tym podsumowania i wniosków, a także wykazu literatury i streszczenia w języku polskim i angielskim. Praca zawiera 53 rysunki i fotografie oraz 24 tabele. Wykaz literatury zawiera 85 pozycji.

Ocena wyboru tematu i zakresu pracy

Jednym z podstawowych materiałów niezbędnych do prawidłowego funkcjonowania opieki medycznej jest gaza chirurgiczna. Charakteryzuje się ona wysoką czystością chemiczną i mikrobiologiczną oraz wyróżnia się wysoką zdolnością absorpcji. Sterylna gaza stosowana jest zarówno w pracy bloków operacyjnych, gabinetów zabiegowych i ambulatoriów, jak też podczas zabiegów pielęgnacyjnych i w gabinetach kosmetycznych. Jest materiałem starannie wykonanym, bardzo wytrzymałym, ale jednorazowego użytku. Dlatego zapotrzebowanie na ten materiał medyczny jest duży i stale wzrasta.

Gaza produkowana jest poprzez tkanie, głównie z włókien bawełnianych, włókna przeplata się pod kątem prostym. Zapewnia to produktowi wymaganą, wysoką wytrzymałość i sprężystość. Rodzaj gazy określa się za pomocą liczby nitek (najczęściej

13 lub 17) przypadających na 1 cm² powierzchni gazy oraz używając wartości parametrów wytrzymałościowych.

Produkowane i stosowane gazy chirurgiczne mogą występować pod różnymi postaciami (np. opatrunki o różnych wymiarach, opaski), ale są też produkowane w postaci rolek o różnych długościach materiału. Taka postać gazy wymaga cięcia jej na odcinki o wymaganej długości.

Jednym z najszerzej stosowanych procesów w produkcji przemysłowej jest proces cięcia, który polega na dzieleniu materiałów na części. Proces ten realizowany jest przez zastosowanie maszyn i urządzeń o odpowiedniej konstrukcji i parametrach odpowiednich dla dzielonego materiału. Maszyny i urządzenia wykorzystywane do dzielenia materiału, oprócz zapewnienia wysokiej jakości i wydajności, winny charakteryzować się także niską energochłonnością procesu.

Istnieje szereg znanych i stosowanych maszyn do cięcia materiałów tkaninowych, ale proces cięcia przy ich użyciu nie został opisany w sposób wyczerpujący. Cięcie materiału tak powszechnie i szeroko stosowanego jak gaza chirurgiczna, a zwłaszcza zastosowanie do dzielenia gazy bębnowego zespołu tnącego nie jest zbadane i wyjaśnione. Brak jest badań wpływu poszczególnych parametrów konstrukcyjnych maszyny na jakość, wydajność i energochłonność procesu cięcia gazy. Znane wyniki, uzyskane podczas badań innych konstrukcji zespołów tnących nie mogą stanowić podstawy do dalszych prac badawczych dla zespołu bębnowego gdyż różnią się one między sobą zarówno cechami konstrukcyjnymi jak też parametrami pracy oraz wydajnością.

W swojej dysertacji Doktorant podjął próbę opracowania modelu matematycznego procesu, zweryfikował model poprzez przeprowadzone badania procesu cięcia gazy chirurgicznej na zaprojektowanym i wykonanym autorskim stanowisku badawczym, zbadał wpływ wybranych cech i parametrów konstrukcyjnych bębnowego zespołu tnącego na efektywność procesu cięcia oraz ocenił możliwości stosowania tego rozwiązania w praktyce.

Podjęcie przez Autora bardzo istotnego problemu w aspekcie braku wyczerpujących opracowań w tym obszarze i weryfikację uzyskanych wyników badań przy zastosowaniu różnych metod ich interpretacji uważam za cenne i właściwe. Także próbę stworzenia kompleksowego opracowania opisującego analizowany problem

badawczy należy uznać za cenną i uzasadnioną nie tylko w aspekcie badawczym, ale także utylitarnym.

Biorąc pod uwagę opisane wymienione uwarunkowania uważam, że zarówno temat pracy jak i jej zakres zostały wybrane zasadnie i dotyczą bardzo ważnej tematyki mieszczącej się także w zakresie inżynierii mechanicznej.

Ogólna charakterystyka rozprawy

W pierwszym rozdziale rozprawy Autor scharakteryzował stan zagadnienia, szczegółowo określił cele pracy, które pozwoliły na przeprowadzenie badań doświadczalnych według opracowanej metodyki na zaprojektowanym i wykonanym stanowisku badawczym, a także na przeprowadzenie analizy uzyskanych wyników badań.

Rozdział drugi rozprawy zawiera szczegółową i wyczerpującą analizę literatury dotyczącej wytwarzania, struktury i właściwości gazy chirurgicznej wraz z opisem technologii jej wytwarzania. Opisane zostały podstawowe parametry tkanin stosowanych do produkcji gazy oraz przedstawiono analizę wytrzymałości surowców i produktu. Rozdział zawiera również opis i charakterystykę konstrukcji bębnowych układów tnących, wykorzystywanych do przecinania wybranych materiałów, w tym materiałów pochodzenia roślinnego. Przedstawiono wyniki badań analitycznych i empirycznych procesu cięcia wybranych materiałów. W podsumowaniu przeglądu literatury stwierdzono jednoznacznie, że brak jest opracowań i publikacji dotyczących wydajności, jakości i energochłonności procesu cięcia gazy chirurgicznej z wykorzystaniem bębnowego zespołu tnącego, co uzasadnia podjęcia badań w tym zakresie.

W rozdziale trzecim przedstawione zostały problemy badawcze, które stanowią próbę uzupełnienia wiedzy dotyczącej możliwości zastosowania bębnowego zespołu tnącego do cięcia gazy chirurgicznej. Problemy te dotyczą wpływu konstrukcji zespołu tnącego na jakość, wydajność i energochłonność procesu cięcia gazy. Na podstawie przeglądu literatury sformułowano problemy badawcze, które dotyczą możliwości stworzenia modelu matematycznego, przy użyciu zaprojektowanego stanowiska badawczego zbadania zależności pomiędzy parametrami procesu cięcia i charakterystyką ciętego materiału oraz zależności energochłonności procesu od ustawienia narzędzia tnącego w stosunku do ułożenia ciętego materiału.

Czwarty rozdział rozprawy zawiera metodologię tworzenia modelu matematycznego procesu cięcia gazy chirurgicznej przez bębnowy zespół tnący. Zawarto w nim opis parametrów utworzonego modelu 3D ciętego materiału, z odwzorowaniem jego splotu i cech geometrycznych różnych, przyjętych do analizy ilości warstw tkanki. Opisuje elementy zespołu tnącego, biorące bezpośredni udział w procesie cięcia, wraz z jego schematem ideowym opracowanym w programie komputerowego wspomagania projektowania. Zawiera także warunki przecinania materiału w zaproponowanych modelu matematycznym.

Rozdział piąty zawiera opis planu i programu badań doświadczalnych, które powiązane zostały ze sformułowanymi w rozdziale trzecim problemami badawczymi. Przedstawiony został w formie graficznej schemat blokowy programu badań, który uwzględnia zarówno parametry konstrukcyjne i eksploatacyjne bębnowego zespołu tnącego, jak też właściwości przecinanego materiału z uwzględnieniem warunków otoczenia i czynników zakłócających proces. Autor pracy zdefiniował przyjęte w badaniach zmienne niezależne, parametry badawcze określone jako czynniki stałe oraz uwzględnione rodzaje zakłóceń. Doktorant szczegółowo opisał założenia, plan i program badań oraz przyjęte do opracowania wyników badań metody analiz.

W rozdziale szóstym przedstawione zostało stanowisko badawcze, zaprojektowane i wykonane przez Autora rozprawy zgodnie z założeniami projektowymi. Opiszano szczegółowo te założenia, przyjęte do budowy stanowiska, które zaprojektowano przy pomocy programu komputerowego Solid Works. Z uwagi na możliwość dostępu do badanego materiału stanowisko badawcze umieszczono w zakładzie produkującym m.in. gazę chirurgiczną i tam wykonano eksperymentalną część pracy. W rozdziale szczegółowo opisano elementy składowe stanowiska badawczego, umożliwiającego badanie jednostkowego oporu cięcia gazy, jednostkowej pracy cięcia oraz dokładność i energochłonność procesu. Przedstawiono schemat blokowy, dokumentację projektową oraz fotograficzną zaprojektowanego stanowiska badawczego oraz opisano układ sterowania jego parametrami roboczymi.

Rozdział siódmy rozprawy zawiera szczegółowy opis metodyki badawczej. Autor szczegółowo opisał metody wyznaczania i pomiaru badanych parametrów procesu. W formie graficznej przedstawiono szczegółowy schemat regulacji ustawień stanowiska, schemat przeprowadzonych badań oraz rejestracji pomiarów. Uzyskane wyniki badań stanowiły podstawę do wykonania szczegółowej analizy statystycznej, prezen-

tacji wyników badań na wykresach przedstawiających badane wartości i zależności ujęte w programie badań i metodyce badawczej.

W rozdziale ósmym zawarto analizę i interpretację wyników badań doświadczalnych. Przeanalizowano szczegółowo błędy pomiarowe oraz uzyskane wyniki, w zależności od wartości parametrów i przyjętych zmiennych. Przeprowadzono analizę regresji wielowymiarowej dla funkcji opisującej badany proces cięcia gazy, wyznaczając dla wszystkich zmiennych współczynniki regresji i zależności pomiędzy zmiennymi zależnymi i niezależnymi. Ponadto wyniki badań według przyjętej metodyki badawczej przedstawiono w tabelach i wyczerpująco zilustrowano na wykresach przedstawiających badane zależności.

W rozdziale dziewiątym przedstawiono weryfikację przyjętego modelu matematycznego procesu cięcia, polegającą na porównaniu wyników badań eksperymentalnych z wynikami obliczeń, wykorzystujących model teoretyczny. Porównanie wartości teoretycznych i empirycznych zaprezentowano w sposób tabelaryczny. Analiza weryfikacji wykazała, że opracowany model matematyczny odwzorowuje wyniki otrzymane podczas empirycznych badań procesu cięcia gazy chirurgicznej przy zastosowaniu bębnowego zespołu tnącego.

W rozdziale dziesiątym dysertacji zawarto podsumowanie badań i sformułowano wnioski, które stanowią odpowiedzi na pytania badawcze. Autor udowadnia osiągnięcie założonych celów rozprawy oraz potwierdza wykonanie założonych zadań badawczych, pozwalających na odpowiedzi na sformułowane pytania. Wnioski zawierają także uzasadnienie celowości prowadzenia dalszych prac dotyczących analizowanej tematyki.

Realizacja przyjętego planu badań i uzyskane wyniki pozwoliły Autorowi na sformułowanie bardzo istotnych wniosków dotyczących zastosowania bębnowego zespołu tnącego do procesu cięcia gazy chirurgicznej.

Ocena rozprawy

Tytuł rozprawy odpowiada jej treści, układ rozdziałów logiczny, rysunki i wykresy wykonane są starannie i czytelnie. Postawione zadanie naukowe i sposób jego rozwiązania spełniają wymagania stawiane rozprawom doktorskim. Tematyka rozpra-

wy jest aktualna, a postawiony problem badawczy bardzo istotny nie tylko z punktu widzenia nauki, ale także praktyki przemysłowej.

Jednakże – moim zdaniem - rozprawa posiada pewne mankamenty i usterki, z których niektóre mają charakter dyskusyjny. Dlatego chciałbym przedstawić Autorowi kilka uwag natury ogólnej, szczegółowej i redakcyjnej, do których należą:

- 1) W rozprawie nie znalazłem żadnej sformułowanej hipotezy badawczej, choć wiele istotnych problemów Autor rozwiązał. Hipoteza nie może wynikać jedynie ze sformułowanych w rozprawie problemów badawczych.
- 2) Dla osób czytających pracę, a nie mających wiedzy o maszynach tnących, praca wydaje się być w dużej części trudna do przyswojenia. Wynika to m.in. ze specyficznej konstrukcji bębnowego zespołu tnącego, badanych parametrów urządzenia tnącego i realizowanego procesu oraz zmiennych cech i właściwości przecinanego materiału (liczba nitki i liczba warstw gazy). Doktorant w rozprawie przedstawił – moim zdaniem – bardzo dużo informacji, które można było zamieścić w sposób bardziej uporządkowany i łatwiejszy do przyswojenia.
- 3) Bardzo skomplikowany jest opis metodyki badawczej. Jest nadmiernie rozbudowany, ale nie jest uporządkowany opis tworzenia modelu matematycznego procesu oraz przyjętych metod analizujących wyniki badań. Również informacje dotyczące cech i właściwości badanego materiału przedstawiono w sposób wymagający wiedzy z obszaru nauki wykraczającego poza inżynierię mechaniczną.
- 4) Brak wyczerpującego uzasadnienia przyjętych w badaniach zakresów zmienności wybranych do badań parametrów.
- 5) Uważam, że w pracy należało rozbudować zagadnienia związane z ekologią.

Usterki edytorskie poprawiono w tekście pracy.

Pomimo wymienionych usterek należy uznać, że problematyka przedstawionej do recenzji rozprawy jest oryginalna i atrakcyjna pod względem poznawczym, a wymienione i inne niedociągnięcia nie wpływają istotnie na merytoryczną wartość rozprawy, gdyż mają charakter dyskusyjny i porządkowy. Powinny jednak zostać usunięte podczas przygotowywania rezultatów rozprawy do publikacji.

Doktorant podczas realizacji rozprawy wykazał się przygotowaniem do pracy naukowej, a recenzowana rozprawa jest rozwiązaniem problemu istotnego dla nauki i praktyki przemysłowej.

Realizacja przyjętego planu badań i uzyskane wyniki pozwoliły Autorowi na sformułowanie bardzo istotnych wniosków mogących stanowić podstawę do dalszych badań dotyczących podobnej tematyki. Wnioski pobadawcze są prawidłowe i logiczne, dowodzą, że Doktorant zrealizował założony cel rozprawy.

Wniosek końcowy

Recenzowaną rozprawę doktorską Pana mgr inż. Macieja Jańca zatytułowaną „Badanie charakterystyk użytkowych procesu cięcia gazy chirurgicznej za pomocą bębnowego zespołu tnącego” oceniam wysoko i stwierdzam, że w świetle obowiązującej ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. „Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce” o tytule naukowym i stopniach naukowych odpowiada ona warunkom stawianym rozprawom doktorskim i może być dopuszczona do dalszych etapów przeprowadzanego przewodu doktorskiego.

